

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number 06349047 A

(43) Date of publication of application: 22.12.94

(51) Int. Cl.

G11B 5/66

G11B 5/02

(21) Application number 05140351

(22) Date of filing: 11.06.93

(71) Applicant: HITACHI LTD

(72) Inventor:  
 YAMAMOTO TOMOO  
 ISHIKAWA AKIRA  
 SHIROISHI YOSHIHIRO  
 HOSOE YUZURU  
 YAKU SHINAN  
 OZAKI AKIRA  
 TANAHASHI KIWAMU  
 MANGYO EMI

## (54) MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND MAGNETIC STORAGE DEVICE

## (57) Abstract:

PURPOSE: To provide the magnetic recording medium having good electromagnetic conversion-characteristics at the time of high-density recording.

CONSTITUTION: This magnetic recording medium consists of a nonmagnetic substrate 11, nonmagnetic ground surface layers 12, 12', plural magnetic layers 13, 13', 15, 15', 17, 17' formed thereon and nonmagnetic intermediate layers 14, 14', 16, 16' formed between these magnetic layers. The number of the layers of the magnetic layers is specified to 3 to 229 layers and further, the product of the thicknesses of the residual magnetization films is specified to 110 to 2150[G $\cdot$  $\mu$ m], the coercive force to 1400 to 23500[Oe] and the film thickness of the nonmagnetic intermediate layers to 0.1 to 5 nm.

COPYRIGHT: (C)1994 JPO



特開平6-349047

(43) 公開日 平成6年(1994)12月22日

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>G 1 1 B 5/68  
5/02

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

7303-5D

A 7426-5D

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平5-14035)

(22) 出願日

平成5年(1993)6月11日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 山本 朋生

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 石川 晃

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 城石 芳博

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 葛田 利幸

最終頁に続く

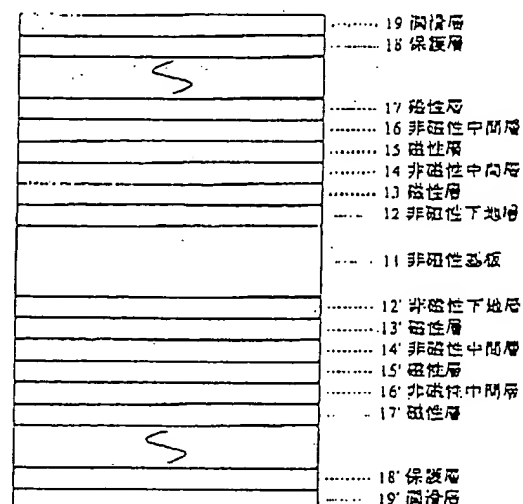
(54) 【発明の名称】 磁気記録媒体及び磁気記憶装置

(57) 【要約】

【目的】 高密度記録時での電磁変換特性が良好な磁気記録媒体を提供すること。

【構成】 非磁性基板11と、非磁性下地層12、12'と、この上に設けられた複数の磁性層13、13'、15、15'、17、17'と、この磁性層の間に設けられた非磁性中間層14、14'、16、16'とからなり、この磁性層の層数を3層以上29層以下とし、さらに、その残留磁化膜厚積を10 [G・μm] 以上150 [G・μm] 以下、保磁力を1400 [Oe] 以上3500 [Oe] 以下とするか又は非磁性中間層の膜厚を0.1 nm以上5 nm以下とした磁気記録媒体。

図1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】非磁性基板、該非磁性基板上に設けられた複数の磁性層及び該磁性層の間に設けられた非磁性中間層を有する磁気記録媒体において、上記磁性層の層数は、3層以上29層以下であり、その残留磁化膜厚積は、 $10 [\text{G} \cdot \mu\text{m}]$  以上  $150 [\text{G} \cdot \mu\text{m}]$  以下、保磁力は、 $1400 [\text{Oe}]$  以上  $3500 [\text{Oe}]$  以下であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項2】請求項1記載の磁気記録媒体において、上記非磁性中間層は、膜厚が  $0.1 \text{ nm}$  以上  $5 \text{ nm}$  以下であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項3】非磁性基板、該非磁性基板上に設けられた複数の磁性層及び該磁性層の間に設けられた非磁性中間層を有する磁気記録媒体において、上記磁性層の層数は、3層以上29層以下であり、上記非磁性中間層は、膜厚が  $0.1 \text{ nm}$  以上  $5 \text{ nm}$  以下であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項4】請求項1から3のいずれかに記載の磁気記録媒体において、上記磁性層の層数は、奇数であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項5】請求項1から4のいずれかに記載の磁気記録媒体において、上記複数の磁性層のそれぞれの膜厚は、実質的に等しい厚さであることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項6】請求項1から5のいずれかに記載の磁気記録媒体において、上記複数の磁性層は、 $\text{Co}$  を主成分とする磁性合金からなることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項7】請求項1から6のいずれかに記載の磁気記録媒体において、上記磁性層の層数は、3層以上15層以下であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項8】請求項1から7のいずれかに記載の磁気記録媒体において、上記非磁性基板と上記複数の磁性層との間に、非磁性下地層が設けられたことを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項9】磁気記録媒体、該磁気記録媒体を保持する保持具、該保持具と連結する磁気記録媒体駆動部、該磁気記録媒体のそれぞれの面に対向して設けられた磁気ヘッド、該磁気ヘッドを駆動する磁気ヘッド駆動部及び該磁気ヘッド駆動部を制御する記録再生信号処理系よりなる磁気記憶装置において、上記磁気記録媒体は、請求項1から8のいずれかに記載の磁気記録媒体であることを特徴とする磁気記憶装置。

【請求項10】請求項9記載の磁気記憶装置において、上記磁気ヘッドは、記録又は再生用磁極の少なくとも一部に薄膜を用いた磁気ヘッドであり、上記記録再生信号処理系は、最尤復号による信号処理回路を含むことを特徴とする磁気記憶装置。

【請求項11】請求項10記載の磁気記憶装置において、上記磁気ヘッドは、磁気抵抗効果を用いて再生する

素子を有する磁気ヘッドであり、上記記録再生信号処理系は、再生信号波形の非対称性を修正する回路を有することを特徴とする磁気記憶装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、超高密度の記録に適した薄膜型の磁気記録媒体及びこのような磁気記録媒体を用いた磁気記憶装置に関する。

【0002】

【従来技術】近年における電子計算機の口覚ましい発展に伴い、情報化社会が発達し、扱う情報量は増加の一途をたどっている。これに従い、外部記憶装置の大容量化、高速アクセス化は必要不可欠な課題である。特に磁気ディスク装置は、高密度記録に適した記憶装置であり、高速、小型大容量化への要求は一段と強まっている。磁気ディスク装置に用いられる磁気記録媒体としては、酸化物磁性体の粉末を基板上に塗布した塗布型磁気記録媒体と、金属磁性体の薄膜を基板上に蒸着又はスパッタリングした薄膜型磁気記録媒体とが知られている。この薄膜型磁気記録媒体は、塗布型磁気記録媒体に比べて記録膜中の磁性体の密度が高いため、より高密度の記録に適している。そのため、現在製造されている磁気ディスク装置の大半では薄膜磁気記録媒体が用いられるようになってきている。

【0003】薄膜磁気記録媒体の一般的な構成としては、非磁性基板上に非磁性下地層、磁性層、保護層を順次形成した単層磁気記録媒体が知られている。また、最近ではより優れた特性を持つ磁気記録媒体として、特開平1-173313、特開平1-217723等に見られるような非磁性基板上に非磁性下地層を形成し、その上に磁性層と非磁性中間層を交互に順次形成した後、最後に保護層を形成した多層磁気記録媒体が知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術の磁気記録媒体は、高密度記録に対応するための十分な電磁変換特性が得られなかった。すなわち、単層磁気記録媒体で高密度の記録再生を行う場合には、高い  $S/N$  を得ることができず、多層磁気記録媒体では比較的高い  $S/N$  は得ることができるものの未だ不十分であり、しかもオーバーライト特性が悪化するといった問題があった。

【0005】本発明の第1の目的は、高密度記録時での電磁変換特性が良好な磁気記録媒体を提供することにある。

【0006】本発明の第2の目的は、高密度記録時での電磁変換特性が良好な磁気記録媒体の特性を十分に活かした大容量の磁気記憶装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記第1の目的を達成するために、本発明の磁気記録媒体は、非磁性基板と、非

磁性基板上に設けられた複数の磁性層と、磁性層の間に設けられた非磁性中間層とを有し、この磁性層の層数を3層以上29層以下、その残留磁化膜厚を10[G・ $\mu$ m]以上150[G・ $\mu$ m]以下、保磁力を1400[Oe]以上3500[Oe]以下としたものである。この非磁性中間層は、膜厚が0.1nm以上5nm以下であることが好ましい。

【0008】さらに、本発明の磁気記録媒体は、非磁性基板と、非磁性基板上に設けられた複数の磁性層と、磁性層の間に設けられた非磁性中間層とを有し、この磁性層の層数を3層以上29層以下、非磁性中間層の膜厚を0.1nm以上5nm以下としたものである。

【0009】いずれの磁気記録媒体においても、上記磁性層の層数は、奇数であることが好ましい。磁性層の層数が2層以下ではS/Nが十分でなく、30層以上では一層の膜厚が薄くなり過ぎ、保磁力が低下すると共に耐温度安定性が著しく劣化するため、3層以上29層以下が好ましい。さらに層数を16層以上とすることは製造上の不便さを伴うことから、3層以上15層以下とすることがより好ましい。また、複数の磁性層のそれぞれの膜厚は、実質的に等しい厚さであることが好ましい。ここに実質的に等しい厚さとは、各磁性層の膜厚が略等しいが、全体の膜厚を調整するために、1層だけは、多少他のものと異なった厚さであってもよいことを意味する。

【0010】本発明の磁気記録媒体の磁性層として、CoP、CoPt、CoTa、CoSi、CoCrPt、CoCrTa、CoNiCr、CoNiPt、CoNiZr、CoSiPt、CoSiTa、CoCrPtSi、CoCrPtTa、CoCrTaSi、CoNiCrPt等のCoを主たる成分とする磁性合金を用いることは、高い保磁力及び記録密度特性が得られるので好ましい。磁性層の膜厚は0.2nm以上50nm以下の範囲であることが、S/Nを高める上で好ましい。

【0011】非磁性中間層としては、Cr、Mo、W、Ta、Nb又はこれらを主たる成分とする合金等を用いることが、磁性層の結晶性、結晶配向性及び結晶粒径を制御できるために好ましい。合金として上記元素に添加する元素はTi、Si、Fe、V、Ge、Cu、Pt、Rh、Ru、Re、Pd、C、N、O等が好ましく、その組成としては0.1at.%以上30at.%以下であることが望ましい。非磁性中間層の膜厚を0.1nm以上5nm以下の範囲とすることにより、オーバーライト特性を高めることができる。

【0012】非磁性下地層を設ける場合には、非磁性中間層と同様にCr、Mo、W、Ta、Nb又はこれらを主たる成分とする合金等を用いることが、磁性層の結晶性、結晶配向性及び結晶粒径を制御できるために好ましい。他の元素、組成については非磁性中間層の場合と同様である。非磁性下地層の膜厚は5nm以上500nm

以下とすることが好ましい。

【0013】さらに、上記第2の目的を達成するために、本発明の磁気記憶装置は、上記のいずれかの磁気記録媒体と、この磁気記録媒体を保持する保持具と、保持具と連結する磁気記録媒体駆動部と、磁気記録媒体のそれぞれの面に対向して設けられた磁気ヘッドと、磁気ヘッドを駆動する磁気ヘッド駆動部と、磁気ヘッド駆動部を制御する記録再生信号処理系より構成される。

【0014】上記磁気ヘッドを記録又は再生用磁極の少なくとも一部に薄膜を用いた磁気ヘッドとし、上記記録再生信号処理系を最尤復号による信号処理回路を含む回路とすることが好ましい。さらに、再生用の磁気ヘッドとして磁気抵抗効果を用いて再生する素子（以下、MR素子という）を有する磁気ヘッドとし、上記記録再生信号処理系を再生信号波形の非対称性を修正する回路を含む回路とすることが好ましい。

【0015】

【作用】単層磁気記録媒体の磁性層の膜厚を薄くすると、結晶粒を微細化でき、再生信号の減少分以上に低ノイズ実現できるので、再生出力と媒体ノイズの比（媒体S/N）は高めることができる。しかし、実際に装置を正常に動かすために必要な装置S/Nは、媒体ノイズだけでなく信号処理を含む回路系や磁気ヘッドのノイズを含んだトータルノイズと再生出力との比で決まるため、磁性膜をあまり薄くし過ぎると、かえって装置S/N（以下、装置S/Nを単にS/Nという）が劣化してしまう。このため、単層磁気記録媒体の磁性層の薄膜化には限度がある。

【0016】一方、多層磁気記録媒体では個々の磁性層を薄くし、磁性層間に非磁性中間層を介在させることによって、結晶粒を微細化したまま磁性層を積層でき、しかも実質的に各層を統計的に略独立とみなされるまでに交換相互作用を低減できる。さらにこの場合には、磁性層間の磁気的な相互作用を弱めることができ、ノイズを統計和に従って減少できるので、より一層の低ノイズ化が実現できる。出力についても、磁性層を多数積層することによって、再生出力を高めることができる。これらの理由から、磁性層間に非磁性中間層を設けた多層磁気記録媒体では、高いS/Nが実現可能となる。

【0017】しかしながら、この磁性層間の相互作用を弱める効果は、層数によって異なり、多層磁気記録媒体の磁性層の積層数を奇数とすることで、各層間の独立性を高めながら各層からの漏れ磁束が閉じにくい構造にできるので、ノイズの低減効果の効率が高められる。層数を30層以上と分割数を増やすと、一層の膜厚が薄くなり過ぎ、保磁力が低下すると共に耐温度安定性が著しく劣化するため、好ましくない。また、非磁性中間層を設けることによって、非磁性中間層を含む実効的な磁性層の膜厚が厚くなるので、オーバーライト特性は劣化する傾向になる。高いS/Nを確保したまま良好なオーバー

ライト特性を確保するには、実効的な磁性層の膜厚を薄くすることが重要で、さらに非磁性中間層の膜厚を5nm以下と極力薄くすることが好ましい。

【0018】さらに、非磁性中間層を物理的な成膜法で実際に成膜しなくとも、磁性層の成膜を一旦停止して再び成膜するというを繰り返すだけでも、磁性層間に0.1nm以上の酸化物層、窒素含有層若しくは炭素含有層又はこれらの混合物層が形成され、実質的に磁性層間に非磁性中間層を設けたことと同じ効果をもたらすこともできる。

【0019】多層磁気記録媒体の磁気特性としては、残留磁化膜厚積を150 [ $G \cdot \mu m$ ] 以下とすることで高い記録密度特性を実現できるが、10 [ $G \cdot \mu m$ ] よりも小さくすると熱揺らぎの影響が大きくなって保磁力、再生出力が著しく劣化するので好ましくない。また、保磁力は1400 [Oe] 以上とすることで、高記録密度記録時に高い再生出力が得られるが、3500 [Oe] よりも高くするとオーバーライト特性が著しく劣化するので好ましくない。

【0020】本発明の磁気記録媒体と、少なくとも磁極の一部に金属薄膜を用いた誘導型磁気ヘッドと最尤復号による信号処理回路とを組み合わせる場合は、高品位の再生信号が得られるので、従来に比べて1.2倍以上の大容量の磁気記憶装置が実現できる。これは、少なくとも磁極の一部に金属薄膜を用いた磁気ヘッドでは、磁極に金属薄膜を用いない磁気ヘッドに比べ、記録磁界が急峻になり、媒体ノイズがさらに低く抑さえられると同時に、オーバーライト特性が3dB以上向上することによるものである。

【0021】さらに、MR素子を用いた磁気ヘッドを再生専用ヘッドとして用いる場合には、再生信号のS/Nを高くでき、その再生信号波形の非対称性を修正する回路と組み合わせることにより、信号処理し易い極めて高い再生出力が得られるため、1.5倍から2倍以上の大容量の磁気記憶装置が実現できる。

【0022】

【実施例】

〈実施例1〉本発明の多層磁気記録媒体の断面図を図1に示す。非磁性基板11としては強化ガラス基板、結晶化ガラス基板、SiC等のセラミックス基板、Ni-PメッキAl合金基板、プラスチック基板、ポロン基板、カーボン基板、Ti合金基板等が用いられる。12、12'はCr、Mo、W、Ta、Nb又はこれらを主たる成分とするCr-Ti、Mo-Nb、W-Ta等の合金からなる非磁性下地層、13、13'はCoCrPt、CoCrTa、CoNiPt、CoNiCr、CoSiTa、CoSiPt等の磁性合金からなる磁性層、14、14'はCr、Mo、W、Ta、Nb又はこれらを主たる成分とするCr-V、Cr-Fe、Mo-Pt、Mo-Ge、W-Si、W-Cr等の合金からなる

非磁性中間層、15、15'はCoCrPt、CoCrTa、CoNiPt、CoNiCr、CoSiTa、CoSiPt等の磁性合金からなる磁性層、16、16'はCr、Mo、W、Ta、Nb又はこれらを主たる成分とする上記のような合金等からなる非磁性中間層、17、17'はCoCrPt、CoCrTa、CoNiPt、CoNiCr、CoSiTa、CoSiPt等の磁性合金からなる磁性層である。以後、さらにn (n=0、1、2、3……) 回だけ非磁性中間層と磁性層が設けられている。18、18'はC、WC、(WMo)C、(ZrNb)N、B<sub>4</sub>C、水素含有カーボン等からなる保護層、19、19'はパーフルオロアルキルポリエーテル等からなる潤滑層である。

【0023】なお、基板と非磁性下地層の間に、基板表面の不純物等の影響を低減するために、Ar等のプラズマ処理を施したり、或いはNb、Ta、V、Ti、Zr、Hf、Ni-P、B、Al、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の非磁性層を設けてもよい。非磁性下地層は設けなくてもよい。また、磁性層、非磁性中間層は、各層毎に組成や膜厚が変化していてもよい。

【0024】媒体の残留磁化膜厚積を10 [ $G \cdot \mu m$ ] 以上、150 [ $G \cdot \mu m$ ] 以下、保磁力を1400 [Oe] 以上、3500 [Oe] 以下とするために、基板温度、He、Ne、Ar、Kr、Xe等のガスの種類、ガス圧力、バイアス電圧、スパッタ時の投入電力等を磁性層組成、膜構成に応じて調整した。

【0025】以下、さらに詳細に本実施例について説明する。Ni-Pを10 $\mu m$ 程度メッキし、表面を略円周方向に中心線平均面粗さで0.5から3nmの範囲の微小傷が入るように研磨した外径95mm $\phi$ のAl合金からなる非磁性基板11に、基板温度300℃、Arガス圧力1.7mTorr、バイアス電圧-200V、投入電力密度5W/cm<sup>2</sup>としてDCマグネトロンスパッタリング法で非磁性下地層12、12'としてCrを50nm成膜した。上記と同じ方法で、磁性層13、13'としてCo-16at%Cr-4at%Taを成膜し、次に非磁性中間層14、14'としてCrを2.5nm成膜し、次いで磁性層15、15'としてCo-16at%Cr-4at%Taを成膜し、さらに非磁性中間層16、16'としてCrを2.5nm、磁性層17、17'としてCo-16at%Cr-4at%Taを順次成膜した。

【0026】以後、n (n=0、1、2、3……) 回だけ非磁性中間層と磁性層を順次成膜した。このとき、磁性層全体の膜厚が30nmとなるように、磁性層1層の膜厚を調整した。すなわち、磁性層が3層のとき、各層の膜厚は10nm、10層のとき、各層の膜厚は3nmとした。最後に保護層18、18'としてCを25nm成膜した後、5nmのパーフルオロアルキルポリエーテル系の潤滑層19、19'を形成した。また、比較例1

として、上記実施例と同じ成膜条件のもとで、磁性層の層数を1層又は2層とした磁気記録媒体を作製した。

【0027】作製した磁気記録媒体の電磁変換特性をNi-Fe合金薄膜で磁気コア部を形成したギャップ長0.4  $\mu\text{m}$ の薄膜磁気ヘッドを用い、相対速度12.5 m/s、線記録密度65 kFCI (キロ フラックス チェンジ パー インチ) で評価した。測定結果を図2に示す。同図から、磁性層の層数を増やせばS/Nは大きくなり、またその改善率は層数を奇数層としたときの方が高いことが分かる。これは特に媒体ノイズの低減率が偶数層よりも奇数層としたときの方が高いことに起因している。一方、オーバーライト特性は磁性層の層数を増やすほど劣化しており、媒体の設計に当たってはS/Nとオーバーライト特性の両特性から最適な層数に設定する必要がある。

【0028】また、残留磁化膜厚積は、磁性層の層数3層の媒体が135 [ $\text{G} \cdot \mu\text{m}$ ]、5層の媒体が125 [ $\text{G} \cdot \mu\text{m}$ ]、保磁力は、3層の媒体が1950 [Oe]、5層の媒体が1780 [Oe]であった。これ以外の本実施例の媒体も全て、残留磁化膜厚積が10 [ $\text{G} \cdot \mu\text{m}$ ] 以上、150 [ $\text{G} \cdot \mu\text{m}$ ] 以下、保磁力が1400 [Oe] 以上、3500 [Oe] 以下の範囲にあった。

【0029】なお、磁性層の組成をCo-14at%Cr-6at%Ta、Co-14at%Cr-4at%Pt、Co-30at%Ni-5at%Pt、Co-20at%Ni-10at%Cr、Co-16at%Si-4at%Ta、Co-18at%Si-8at%Ptと変えても同様な結果が得られた。さらに、多層磁気記録媒体の各磁性層の組成、膜厚を様々に変化させて組み合わせた構造としても、略同様な結果が得られた。

【0030】〈実施例2〉非磁性基板に1.8"のカーボン基板を用い、非磁性基板と非磁性下地層との間に50nmの $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ を設け、さらに、磁性層をCo-16at%Cr-4at%Ptとし、かつ、その層数を3層とし、非磁性中間層の膜厚を0.1nm以上5nm以下の範囲で変化させた他は実施例1と同様な多層磁気記録媒体を、バイアス電圧を-300Vとした以外は実施例1と同様な方法で作製した。ただし、このときの磁性層全体の膜厚は24nmとした。また、比較例2として非磁性中間層の膜厚を5nmを超えて変化させた多層磁気記録媒体も同時に作製した。これらの媒体のオーバーライト特性を実施例1と同様な条件で評価した。測定結果を図3に示す。

【0031】ここで、非磁性中間層の膜厚が0.1nmの媒体とは、まず磁性層を8nm成膜した後、一旦成膜を停止して再び磁性層を8nm成膜するというを繰り返して、磁性層全体で24nmとなるようにしたものである。このとき実質的には、磁性層間に0.1nm程度の主として酸化物からなる非磁性中間層が形成されて

いる。このとき、成膜雰囲気を変えることにより、この層を窒素含有層又は炭素含有層とすることもできる。

【0032】図3から本実施例である非磁性中間層の膜厚が0.1nm以上5nm以下の媒体では、オーバーライト特性が比較例の媒体に比べて著しく向上していることが分かる。これは、非磁性中間層の膜厚が5nmよりも厚い媒体では、非磁性中間層の膜厚を含む実効的な磁性層の膜厚を厚くし過ぎたために、記録磁界が実質的に弱められたことに起因している。なお、非磁性下地層を設けなかった場合、又は非磁性下地層、非磁性中間層をMo、W、Ta、Nb、Cr-Ti、Cr-Mo、W-Ta、Mo-V等と変えた場合にも同様な結果が得られた。

【0033】〈実施例3〉非磁性基板として2.5"の強化ガラス基板を用い、磁性層をCo-20at%Cr-5at%Taとし、磁性層数を5層として非磁性中間層の膜厚を1nmとした外は実施例1と同様な多層磁気記録媒体を、バイアス電圧を-400Vとした以外は実施例1と同様にして作製した。ただし、このときの磁性層全体の膜厚は、残留磁化膜厚積が10から150 [ $\text{G} \cdot \mu\text{m}$ ] の範囲で変化するように、それぞれの媒体で調整した。すなわち、各磁性層の膜厚を5.2nmから5.3nm、全体で26.3nmとして100 [ $\text{G} \cdot \mu\text{m}$ ] の媒体が得られた。磁性層の膜厚を変化させても、残留磁化の変化は極めて僅かであり、全体の膜厚に略比例して残留磁化膜厚積が変化する。例えば、各磁性層の膜厚を略0.5nm、全体で2.6nmとして10 [ $\text{G} \cdot \mu\text{m}$ ] の媒体を、各磁性層の膜厚を略8nm、全体で39.5nmとして150 [ $\text{G} \cdot \mu\text{m}$ ] の媒体を得た。また、比較例3として、残留磁化膜厚積が10 [ $\text{G} \cdot \mu\text{m}$ ] より小さく、或いは150 [ $\text{G} \cdot \mu\text{m}$ ] より大きな媒体も同時に作製した。

【0034】これらの媒体を実施例1と同様な条件で評価した。S/N及び保磁力と残留磁化膜厚積の関係を図4に示す。同図から本実施例である残留磁化膜厚積が10から150 [ $\text{G} \cdot \mu\text{m}$ ] の範囲にある媒体は、比較例の媒体に比べS/Nが高いことが分かる。また、この範囲にある媒体の保磁力はいずれも1400 [Oe] 以上である。

【0035】磁性層の組成を、実施例1と同様に、Co-14at%Cr-6at%Ta、Co-14at%Cr-4at%Pt、Co-30at%Ni-5at%Pt、Co-20at%Ni-10at%Cr、Co-16at%Si-4at%Ta、Co-18at%Si-8at%Ptと変えても、残留磁化膜厚積が10から150 [ $\text{G} \cdot \mu\text{m}$ ] の範囲の媒体は、保磁力の値は上記と大きく変わるが、1400 [Oe] 以上、3500 [Oe] 以下の範囲にあった。

【0036】良好なS/Nを得るためには、最低でも保磁力は、1400 [Oe] は確保しなければならなかつ

10

20

30

40

50

た。しかし、保磁力が3500 [Oe] よりも高い媒体ではオーバーライト特性が劣化して、媒体の特性をトータルで考えた場合に好ましくない結果となった。さらに、残留磁化膜厚積については、いずれの組成でも10から150 [ $G \cdot \mu m$ ] の範囲にあることが必要であった。10 [ $G \cdot \mu m$ ] 未満の媒体では再生出力が小さ過ぎて高いS/Nが得られず、150 [ $G \cdot \mu m$ ] を超える媒体では高密度記録時での再生信号と低密度信号記録時での再生信号との比(分解能)が著しく劣化した。

【0037】〈実施例4〉実施例1と同じ多層磁気記録媒体について、再生にMR素子を用いた磁気ヘッドと、その再生信号波形の非対称性を修正する回路とを用いて評価したときの電磁変換特性を図5に示す。図2に示した自己録再による結果に比べて再生出力が大きくなるため、同じ媒体を使っているにもかかわらず著しい電磁変換特性の向上が認められる。

【0038】〈実施例5〉本発明の磁気記憶装置の一例の上面図を図6(a)に、そのAA'線断面図を図6

(b)に示す。磁気記録媒体61は、磁気記録媒体駆動部62に連結する保持具に保持され、磁気記録媒体61のそれぞれの面に対向して磁気ヘッド63が配置される。磁気ヘッド63は、最尤復号による信号処理LSIを含む記録再生信号処理系65からの信号に基づき、磁気ヘッド駆動部64により駆動される。

【0039】磁気ヘッド63として、ギャップ長0.4  $\mu m$  の薄膜磁気ヘッドを用い、これと上記各実施例記載の磁気記録媒体と組み合わせることにより磁気記憶装置を構成した。その結果、従来の装置に比べて約1.5倍の容量を持つ大容量磁気記憶装置を得ることができた。最尤復号LSIを設けなかった場合には、高々1.2倍の装置容量の増加に留まった。

【0040】また、磁気ヘッド63として、Ni-Fe磁極の先端にFe-Al-Si合金薄膜を用いたメタルインギャップヘッドを用いた場合には、従来装置に比べて約1.2倍の容量の磁気記憶装置が得られた。さらに、磁気ヘッド63を記録、再生分離ヘッドとし、再生用ヘッドにMRヘッドを用い、これと再生信号波形の正負の非対称性を10%以下に修正する回路を組み合わせることにより、約2.0倍の大容量磁気記憶装置が実現できた。出力非対称修正回路を設けなかった場合には、装置容量の増大は高々1.5倍に留まった。

【0041】以上の実施例では、ディスク状の磁気記録媒体とそれを用いた磁気記憶装置について述べてきたが、本発明は片面のみに磁性層を有するテープ状、カード状の媒体及びこれを用いた磁気記憶装置にも適用でき

ることは言うまでもない。

【0042】また、磁気記録媒体の成膜方法はスパッタリング法に限らず、蒸着法、イオンビームスパッタリング法、プラズマCVD法、塗布法、メッキ法等のどのような手法を用いても構わない。

【0043】

【発明の効果】本発明の磁気記録媒体は、従来の磁気記録媒体に比べてより効率の良いノイズの低減が図られ、その結果、著しくS/Nが向上できた。また、非磁性中間層の膜厚を極力薄くし、0.1nmから5nmとすることにより、失効的な磁性層の膜厚が薄くなり、オーバーライト特性を向上できた。

【0044】さらに、上記磁気記録媒体を用いた磁気記憶装置は、電磁変換特性が良好であった。また、この磁気記録媒体と少なくとも磁極の一部に金属薄膜を用いた磁気ヘッド又はMR素子を有する磁気ヘッドを用い、出力非対称修正回路又は最尤復号による信号処理回路を組み合わせた場合は、従来の磁気記憶装置に比較して大容量高密度記録の磁気記憶装置が得られた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁気記録媒体の断面構造を示す模式図である。

【図2】本発明の磁気記録媒体と従来の磁気記録媒体のS/Nを比較した図である。

【図3】本発明の磁気記録媒体と従来の磁気記録媒体のオーバーライト特性を比較した図である。

【図4】本発明の磁気記録媒体と従来の磁気記録媒体のS/Nと保磁力を比較した図である。

【図5】本発明の磁気記録媒体とMRヘッドを組み合わせたことによるS/Nを示す図である。

【図6】本発明の磁気記憶装置の上面と断面構造を示す模式図である。

【符号の説明】

11…非磁性基板

12、12'…非磁性下地層

13、13'、15、15'、17、17'…磁性層

14、14'、16、16'…非磁性中間層

18、18'…保護層

19、19'…潤滑層

61…磁気記録媒体

62…磁気記録媒体駆動部

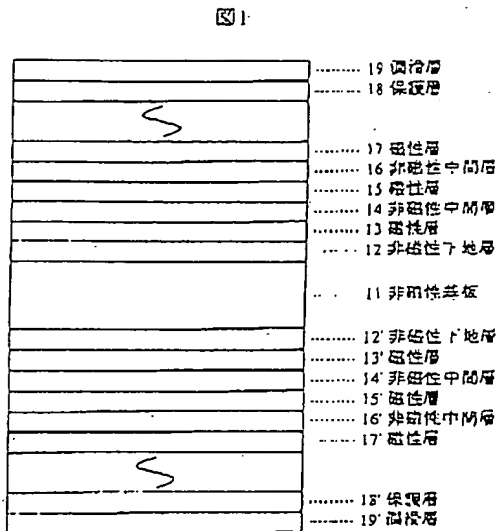
63…磁気ヘッド

64…磁気ヘッド駆動部

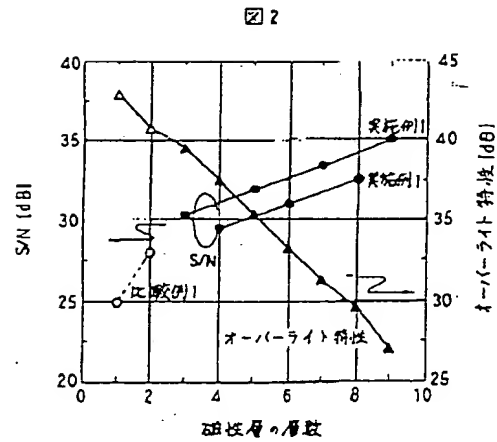
65…記録再生信号処理系



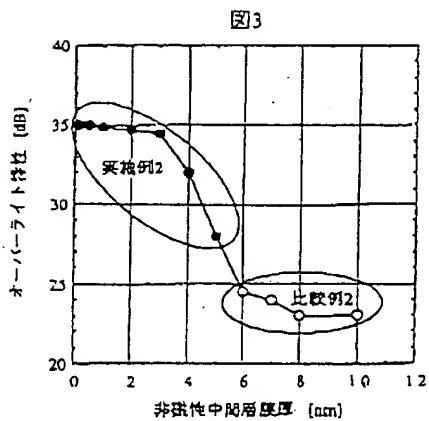
【図1】



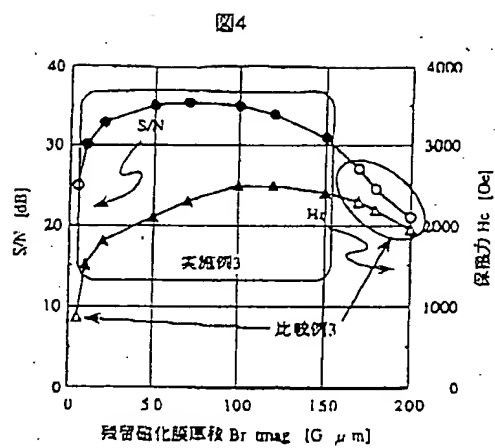
【図2】



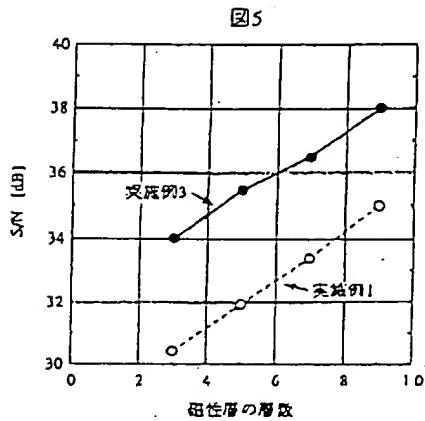
【図3】



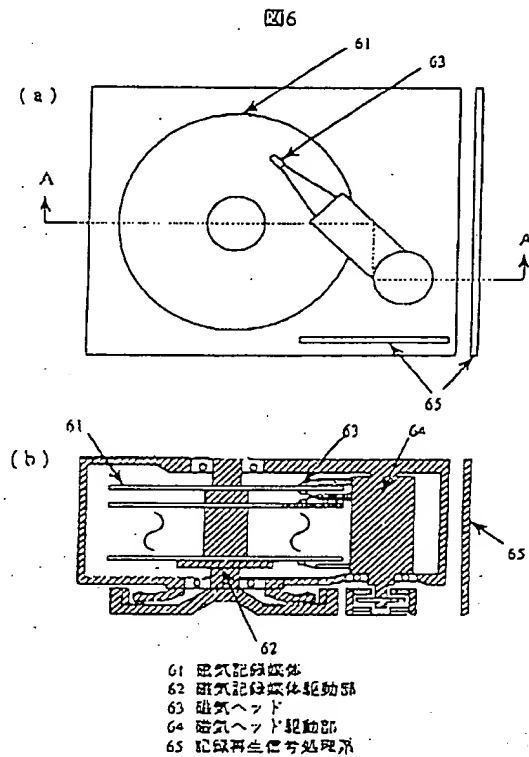
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 細江 謙

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 屋久 四男

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 尾崎 明

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 棚橋 究

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 萬行 恵美

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内